

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-255646

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)12月17日

C 03 C 13/04  
G 02 B 6/10

6674-4G  
7370-2H

審査請求 有 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 石英系光ファイバ

⑯ 特 願 昭58-115435

⑰ 出 願 昭58(1983)6月27日

⑱ 発 明 者 吉 田 和 昭 市原市八幡海岸通6番地 古河電気工業株式会社千葉電線製造所内

⑲ 発 明 者 高 橋 宏 東京都品川区二葉2丁目9番15号 古河電気工業株式会社中央研究所内

⑳ 発 明 者 大 久 保 勝 彦 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

㉑ 出 願 人 古河電気工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

㉒ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田内幸町1丁目1番6号

㉓ 代 理 人 弁理士 齋 藤 義 雄

最終頁に続く

明細書の浄書(内容に変更なし)

明 細 書

1. 発明の名称 石英系光ファイバ
2. 特許請求の範囲
  - (1) 石英系のコアと石英系のクラッドとからなる光ファイバにおいて、上記コアが弗素を含有している石英系光ファイバ。
  - (2) クラッドが内部クラッドと外部クラッドとからなる特許請求の範囲第1項記載の石英系光ファイバ。
  - (3) クラッドがコアよりも多く弗素を含有している特許請求の範囲第1項記載の石英系光ファイバ。
  - (4) 内部クラッドがコアよりも多く弗素を含有している特許請求の範囲第2項記載の石英系光ファイバ。
  - (5) 外部クラッドが高純度石英からなる特許請求の範囲第2項記載の石英系光ファイバ。
  - (6) 外部クラッドが弗素以外のドーブ材を含有している特許請求の範囲第2項記載の石英系

光ファイバ。

3. 発明の詳細な説明

本発明は伝送損失の低い石英系光ファイバに関する。

石英系光ファイバの場合は高純度石英とドーブト石英との組み合わせが多く、例えばコアが高純度石英からなるとき、クラッドは低屈折率ドーブト石英で構成され、コアが高屈折率ドーブト石英のとき、クラッドは高純度石英となる。

また、コア、クラッドが共にドーブト石英からなるとき、そのドーブ材を選定して上記両者に相対的な屈折率差をもたせている。

一般的にコア用のドーブ材としては  $\text{GeO}_2$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  などの高屈折率物質が採用されており、クラッド用のドーブ材としては  $\text{B}_2\text{O}_3$ 、弗化物などの低屈折率物質が採用されている。

もちろんこれ以外のドーブ材も適宜採用される。

上記光ファイバの伝送損失  $\alpha$  は次式で求められる。

$$\alpha = \frac{a}{\lambda} + b + c(\lambda)$$

a : レイリー散乱係数

b : 造不完全による損失

c(λ) : 波長λに依存する吸収損失  
(例えばOH基による吸収損失)

λ : 伝送光の波長

上記において、bおよびc(λ)は0にできるとされているが、a/λ<sup>4</sup>は材質(ガラス)に固有の値であるため、これを0にすることはできない。

高純度石英の場合はaの値が最も小さく、a + 0.7となつていますが、この高純度石英でコアをつくり、さらに上記b、c(λ)が0であるとした場合でも、伝送損失αはλ = 1.3 μmにおいて0.25 dB/kmとなる。

したがって高屈折率ドーブト石英をコアとしている従来の石英系光ファイバでは、レイリー散乱係数の値が高純度石英のそれよりも大きくなつてしまい、また、コアが高純度石英製のもの

のでもレイリー散乱による伝送損失が少なからず生じる。

本発明は上記の問題点に鑑み、コアが高純度石英からなる光ファイバよりもさらに低損失の石英系光ファイバを提供しようとするもので、以下その構成を図示の実施例により説明する。

第1図、第2図、第3図において、1は石英系のコア、2は石英系のクラッドであり、このうち第1図、第2図のものは、それぞれクラッド2が内部クラッド21、22と外部クラッド23、24とで構成されている。

第1図の石英系光ファイバにおいて、そのコア1は弗素ドーブト石英からなり、内部クラッド21は上記コア1よりもドーブ量の多い弗素ドーブト石英からなり、さらに外部クラッド23はドーブ材を含まない高純度石英からなる。

第2図の石英系光ファイバにおいて、そのコア1は前記と同じく弗素ドーブト石英からなり、内部クラッド22も前記と同じく、コア1よりもドーブ量の多い弗素ドーブト石英からなり、

さらに外部クラッド24は酸化硼素(B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)がドーブされた石英からなる。

第3図の石英系光ファイバは上述のものと異なり、クラッド2が単一の層で構成されているが、この場合もコア1は弗素ドーブト石英からなり、単一層のクラッド2はそのコア1よりもドーブ量の多い弗素ドーブト石英からなる。

なお、上記において第1図、第2図の内部クラッド21、22、第3図のクラッド2はコア1よりも低屈折率となるかぎり、弗素以外をドーブ材とするドーブト石英で構成してもよく、さらに外部クラッド23、24も前記以外のガラス組成物で構成してよい。

また、上記においてコア1が弗素を含有し、さらに第1図、第2図の内部クラッド21、22、第3図のクラッド2が弗素を含有している場合、これら弗素ドーブト石英に他のドーブ材をも含有させることがある。

こうした場合の弗素以外のドーブ材は光ファイバの製造易度、屈折率調整などに基づき、任

意に選定される。

上記各実施例での石英系光ファイバはその伝送型式がステップインデックス、グレーデッドインデックスのいずれであつてもよく、さらにシングルモード伝送型、マルチモード伝送型の2通りがあり、これらの光ファイバ母材を製造する手段としてはMCVD法、OVD法、VAD法、PCVD法など、各種のCVD法があげられる。

以上に例示した各種石英系光ファイバは、そのコア1が弗素ドーブト石英からなる。

この弗素ドーブト石英は、高純度石英やGeO<sub>2</sub>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などがドーブされた石英よりもレイリー散乱係数が小さく、また、OH基が残存している場合には0.95 μm、1.24 μm、1.39 μmなどの波長を中心に吸収損失があらわれるが、上記弗素ドーブト石英の場合は他のドーブト石英と比べ低OH化が容易であり、これらの含有率をほぼ0 ppmにすることができる。

したがって弗素ドーブト石英製のコア1を有

する上記石英系光ファイバの場合、伝送損失が小さく、特にコア1中の弗素が0.01%屈折率差を低下させるようにドーブされていると低OH化の効化が顕著となり、伝送特性がより改善される。

なお、弗素は石英に対し屈折率を低下させるドーブ材であり、したがって上記コア1は高純度石英よりも低屈折率となるが、第1図、第2図の内部クラッド21、22、第3図のクラッド2はそれぞれコア1よりも多量の弗素を含有しているので当該コア1と比べ低屈折率である。

もちろん内部クラッド21、22、単一層のクラッド2が弗素以外のドーブ材を含有している場合でも、これらはコア1よりも低屈折率とする。

また、第3図の単一層クラッド2では耐酸性に難点のある弗素ドーブ石英が光ファイバ表面に露呈されており、これの対策が必要となるが、第1図、第2図の場合は、耐酸性に関して問題のない高純度石英製の外部クラッド23、

酸化硼素ドーブ石英製の外部クラッド24が光ファイバ表層部にあるので第3図のものよりも望ましい。

さらにコア1の外周に酸化硼素ドーブ石英が直接接触する場合、一般的に長波長領域での低損失化が難しくなるとされているが、上記各実施例での石英系光ファイバではそのようなことがないので、この点でも低損失化がはかれる。

つぎに本発明光ファイバのより具体的な例を次表により説明する。

	光ファイバ (第1図)	光ファイバ (第2図)	光ファイバ (第3図)
コア径(μm) Δn(%)	50 -0.10	10 -0.20	50 -0.10
クラッド径(μm) Δn(%)	— —	— —	125 -1.10
内部クラッド径(μm) Δn(%)	115 -1.10	115 -0.50	— —
外部クラッド径(μm) Δn(%)	125 0	125 -0.50	— —
損失(dB/km)	0.24	0.23	0.24

なお、表中のΔn(屈折率差)は高純度石英に対する値であり、損失は波長1.30μmでの値を示す。

上記表で明らかなように、各石英系光ファイバはいずれも伝送損失が低いものとなつている。

以上説明した通り、本発明は石英系のコアと石英系のクラッドとからなる光ファイバにおいて、上記コアが弗素を含有していることを特徴としているから、当該光ファイバの低損失化がはかれ、伝送特性の高い光ファイバが提供できる。

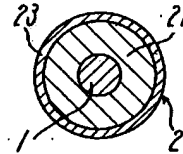
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図～第3図は本発明光ファイバの各種実施例を示した断面図である。

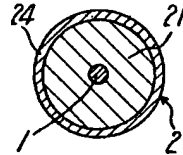
- 1 ..... コア
- 2 ..... クラッド
- 21、22 ..... 内部クラッド
- 23、24 ..... 外部クラッド

特許出願人  
代理人 弁理士 井 藤 誠

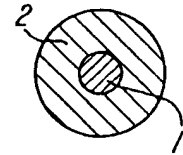
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第1頁の続き

⑫発明者 稲垣 伸 夫

茨城県那珂郡東海村大字白方字白根162番地 日本電信電  
話公社茨城電気通信研究所内

⑬発明者 中原 基 博

茨城県那珂郡東海村大字白方字白根162番地 日本電信電  
話公社茨城電気通信研究所内

# 手続補正書 (方式)

昭和 59 年 12 月 27 日

特許庁長官殿

1. 事件の表示 特願昭 58-115435

2. 発明の名称 石英系光ファイバ

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

古河電気工業株式会社

4. 代理人 〒100

住 所 東京都千代田区有楽町1丁目6番6号 小谷ビル

TEL (580) 6812・(5912) 2711

氏 名 (9043) 弁理士 斎 藤 雄

5. 補正命令の日付 昭和 59 年 11 月 27 日

6. 補正の対象

明細書

7. 補正の内容

別紙の通りタイプ浄書した明細書(内容に誤差あり)  
を提出します。

(19) Japanese Patent Office (JP)

(12) PATENT DISCLOSURE BULLETIN (A)

(11) Patent Application Disclosure: 60-255646 (1985)

(43) Disclosure Date: December 17, 1985

(51) Int.Cl.<sup>4</sup> Identification Symbol

C 03 C 13/04

G 02 B 6/10

Patent Office Assigned Number

6674-4G

7370-2H

Search Request: Made

Number of Invention: 1

(Total page: 4)

---

(54) Subject of Invention

Quartz System Optical Fiber

(21) Patent Application: 58-115435 (1983)

(22) Application Date: June 27, 1983

(72) Inventor: K. Yoshida

c/o Chiba Cable Manufacturing Plant

Furukawa Electric Industry K K

6 Kaigandori, Yahata, Ichihara City, Chiba-ken

(72) Inventor: H. Takahashi

c/o Central Research Lab

Furukawa Electric Industry K K

9-15, 2-chome, Futaba, Shinakawa-ku Tokyo

(72) Inventor: K. Okubo

c/o Furukawa Electric Industry K K

6-1, 2-chome, Marunouchi, Chiyoda-ku Tokyo

(72) Inventor: N. Inekaki

c/o Ibaraki Electric Communication Research Lab

Nippon Telegraph and Telephone Public Corp.

162 Oaza-Shrakata-Azahakune, Tokai-mura,

Naka-gun, Ibaraki-ken

(72) Inventor: ?. Nakahara

c/o Ibaraki Electric Communication Research Lab

Nippon Telegraph and Telephone Public Corp.

162 Oaza-Shrakata-Azahakune, Tokai-mura,

Naka-gun, Ibaraki-ken

(71) Applicant: Furukawa Electric Industry K K

6-1, 2-Chome, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo

(71) Applicant Nippon Telegraph and Telephone Public Corp.

1-6, 1-Chome, Uchisaiwai-cho, Chiyoda-ku, Tokyo

(74) Agent: Attorney Y. Saito

Typed DETAILED DESCRIPTION (No change in content)

An amendment was made on June 28, 1985 on Patent Application: 58-115435 (1983) by the patent applicants and a typed DETAILED DESCRIPTION was submitted.

## DETAILED DESCRIPTION

### 1. Subject of Invention

Quartz system optical fiber

### 2. Scope of the Patent Claim

- (1) A quartz system optical fiber as follows: In the optical fiber composed of a quartz system core and a quartz system clad, the aforementioned core contains fluorine.
- (2) In the quartz system optical fiber described in Claim Item (1), Scope of the Patent Claim, the clad is composed of an inside clad and an outside clad.
- (3) In the quartz system optical fiber described in Claim Item (1), Scope of the Patent Claim, the clad contains more fluorine than the core.
- (4) In the quartz system optical fiber described in Claim Item (2), Scope of the Patent Claim, the inside clad contains more fluorine than the core.
- (5) In the quartz system optical fiber described in Claim Item (2), Scope of the Patent Claim, the outside clad is composed of a high purity quartz.
- (6) In the quartz system optical fiber described in Claim Item (2), Scope of the Patent Claim, the outside clad contains doping material(s) other than fluorine.

### 3. Detailed Explanation of the Invention

The present invention is related to a quartz system optical fiber that is low in transmission loss.

In the case of quartz system optical fibers, there are many combinations between the high purity quartz (Translator's note: quartz in Japanese covers fused silica) and the doped quartz. For instance, when the core is composed of a high purity quartz, the clad is constructed by a low(er) refractive index doped quartz; the core is composed of a high refractive index doped quartz, the clad is constructed by a high purity quartz.

And, when both the core and the clad are composed of doped quartz, the doping materials are selected to provide a relative index difference to the aforementioned two (core and clad).

In general, as the doping material for the core,  $\text{GeO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , etc. high refractive index materials are being employed; and as the doping material for the clad,  $\text{B}_2\text{O}_3$ , fluorides, etc. low refractive index materials are being employed.

Of course, doping materials other than those described above can be suitably applied.

The transmission loss  $\alpha$  of the aforementioned optical fiber can be obtained from the equation below:

$$\alpha = a/\lambda^4 + b + c(\lambda)$$

a: Rayleigh scattering coefficient

b: loss caused by structural imperfection

$c(\lambda)$ : absorption loss which depends on wavelength  $\lambda$  (for example, the absorption loss by OH group)

$\lambda$ : the wavelength of the transmitting light.

In the above description, it is assumed that b and  $c(\lambda)$  can be made to 0. However,  $a/\lambda^4$  is a value intrinsic to the material (glass); thus it cannot be made to 0.

In the case of high purity quartz, the value of  $a$  is smallest:  $a \approx 0.7$ . However, when this high purity quartz is used to make the core and even if the aforementioned  $b$  and  $c(\lambda)$  are made to be 0, the transmission loss  $\alpha$  would become 0.25 dB/km at  $\lambda = 1.3 \mu\text{m}$ .

Therefore, in the conventional quartz system optical fibers using a high refractive index doped quartz as the core, the value of the Rayleigh scattering coefficient would become larger than that of the high purity quartz; and even if the core is made of a high purity quartz, the transmission loss based on Rayleigh scattering would occur not in a small amount.

The present invention is undertaken in view of the aforementioned problematic points to provide a low loss quartz system optical fiber which is even lower in loss than that of the optical fiber whose core is composed of a high purity quartz. Its construction is illustrated below by the implementation examples shown in the figures.

In Fig 1, Fig 2 and Fig 3, 1 is the core of the quartz system, and 2 is the clad of the quartz system. Among them, those shown in Fig 1 and Fig 2 are that the respective clad 2 is constructed by the inside clad 21, 22 (Translator's note: in Fig 2 given at the end of the Japanese text, 22 is misprinted as 21) and the outside clad 23, 24.

In the quartz system optical fiber of Fig 1, the core 1 is composed of fluorine doped quartz; the inside clad 21 is composed of fluorine doped quartz which is higher in the doped amount than that of the aforementioned core 1. Further, the outside clad 23 is composed of a high purity quartz containing no dopant.

In the quartz system optical fiber of Fig 2, the core 1 is composed of fluorine doped quartz similarly to the above described; the inside clad 22 is, also similarly to the aforementioned, composed of fluorine doped quartz which is higher in the doped amount

than that of the core 1. Further, the outside clad 24 is composed of a quartz doped with boron oxide ( $B_2O_3$ ). The quartz system fiber of Fig 3 is different from those described above. The clad 2 is constructed by a single layer; however, In this case, the core 1 is also composed of fluorine doped quartz and the single layer clad 2 is composed of fluorine doped quartz which is higher in the doped amount than that of the core 1.

Furthermore, in the above described, as long as the inside clad 21, 22 and the clad 2 of Fig 3 are constructed to be lower in refractive index than that of the core 1, they can be constructed by other doped quartz materials in addition to those using fluorine as dopant. Further, the outside clad 23, 24 can be constructed by other glass compositions in addition to the above described.

And, in the above described, in the case where the core 1 contains fluorine and further the inside clad 21, 22 of Fig 1, Fig2 and the clad 2 of Fig 3 contain fluorine, other doping materials (dopants) can be contained into these fluorine doped quartz materials.

In this case, the doping material other than fluorine can be optionally selected based on the easiness in manufacturing of the optical fiber, refractive index adjustment.

The transmission mode of the quartz system optical fibers in the aforementioned implementation examples can be either the step-index or graded index; further it can be either the single mode transmission type or the multi-mode transmission type. As a means of manufacturing these optical fiber preform, the MCVD method, OVD method, VAD method, PCVD method, etc., various CVD methods can be listed.

The various quartz optical fibers shown as examples above are that the core 1 is composed of fluorine doped quartz.

This fluorine doped quartz is smaller in Rayleigh scattering coefficient than the high purity quartz or the quartz doped with  $\text{GeO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , etc. And, in the case where residual OH group is present, absorption loss centered at 0.95  $\mu\text{m}$ , 1.24  $\mu\text{m}$ , 1.39  $\mu\text{m}$ , etc. wavelengths would appear. However, in the case of the aforementioned fluorine doped quartz, it is easier to lower the OH group, compared to other doped quartz. The content of the OH can be made roughly to 0 ppm.

Therefore, in the case of the aforementioned quartz system optical fibers possessing the core 1 made of fluorine doped quartz, the transmission loss is smaller. Especially, when the fluorine in the core 1 is doped to lower the refractive index difference by 0.01%, the lowering of the OH would become more striking; this would improve the transmission performance.

Further, fluorine is a doping material which would lower the refractive index of quartz. Therefore, the aforementioned core 1 would become lower refractive index than a high purity quartz. However, since the inside clad 21, 22 of Fig 1, Fig 2 and the clad 2 of Fig 3 are each set to contain more fluorine than the core 1, it is lower in refractive index than the core 1.

Of course, even in the case where the inside clad 21, 22, the single layer clad 2 contain doping materials (dopants) other than fluorine, they are set to be lower in refractive index than the core 1.

And in the single layer clad 2 of Fig 3, the fluorine doped quartz which is problematic in acid resistance is exposed to the optical fiber surface. Thus a countermeasure would become necessary. In the cases of Fig 1, Fig 2, since the outside clad 23 made of high purity quartz and the outside clad 24 made of boron oxide doped

quartz (either clad has no problem in regard to its acid durability) are present on the optical fiber surface, they are more desirable than the optical fiber shown in Fig 3.

Further, it is known that if the boron oxide doped quartz is in direct contact to the outer circumference of the core 1, generally, it would be more difficult to make the loss lower at long wavelength region. In each of the quartz system optical fibers shown by the aforementioned implementation examples, this situation is not present. In connection to this point, the lowering in loss can also be achieved.

Next, more concrete examples of the optical fibers of the present invention are illustrated by referring to the table below.

	Optical Fiber (Fig 1)	Optical Fiber (Fig 2)	Optical Fiber (Fig 3)
Core Diameter ( $\mu\text{m}$ )	50	10	50
$\Delta n$ (%)	-0.10	-0.20	-0.10
Clad Diameter ( $\mu\text{m}$ )	--	--	125
$\Delta n$ (%)	--	--	-1.10
Inside Clad Diameter ( $\mu\text{m}$ )	115	115	--
$\Delta n$ (%)	-1.10	-0.50	--
Outside Clad Diameter ( $\mu\text{m}$ )	125	125	--
$\Delta n$ (%)	0	-0.50	--
Loss (dB/Km)	0.24	0.23	0.24

Furthermore, the  $\Delta n$  (refractive index difference) in the table is the value against high purity quartz. The loss is the value at wavelength 1.30  $\mu\text{m}$ .

It is clear from the aforementioned examples, each of the quartz system optical fiber becomes a low transmission kind.

As illustrated above, the present invention is that in the optical fiber composed of a quartz system core and a quartz system clad, characteristically, the aforementioned core

contains fluorine. Because of this, the lowering of the loss of the optical fiber can be achieved to make it possible to provide optical fibers which are high in transmission performance.

#### 4. Brief Explanation of Figures

Fig 1 through Fig 3 are the cross sections showing various implementation examples of the optical fibers of the present invention.

1....core

2....clad

21, 22....inside clad

23, 24....outside clad

Patent Applicant

Agent, Attorney: M. Ito

Fig 1

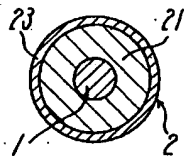


Fig 2 (Translator's note: 21 is misprint; it should be 22)

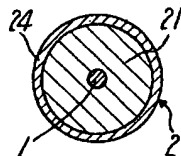


Fig 3

